

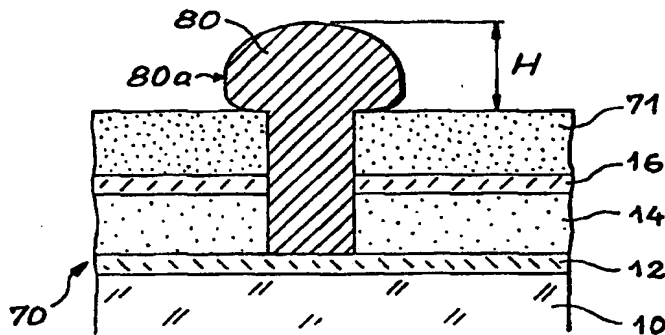


## DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIEE EN VERTU DU TRAITE DE COOPERATION EN MATIERE DE BREVETS (PCT)

<p>(51) Classification internationale des brevets <sup>6</sup> :  <b>H01J 9/02</b></p>	<p><b>A1</b></p>	<p>(11) Numéro de publication internationale: <b>WO 99/23680</b></p> <p>(43) Date de publication internationale: 14 mai 1999 (14.05.99)</p>
<p>(21) Numéro de la demande internationale: PCT/FR98/02337</p> <p>(22) Date de dépôt international: 2 novembre 1998 (02.11.98)</p> <p>(30) Données relatives à la priorité:  97/13794 3 novembre 1997 (03.11.97) FR</p> <p>(71) Déposant (pour tous les Etats désignés sauf US): COMMIS-SARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE [FR/FR]; 31-33, rue de la Fédération, F-75015 Paris (FR).</p> <p>(72) Inventeurs; et  (75) Inventeurs/Déposants (US seulement): PERRIN, Aimé [FR/FR]; 108, Le Crêt de Chaume, F-38330 Saint-Ismier (FR). MONTMAYEUL, Brigitte [FR/FR]; Cidex 19A, F-38190 Bernin (FR). DELAPIERRE, Gilles [FR/FR]; 7, rue des Laboureurs, F-38180 Seyssins (FR).</p> <p>(74) Mandataire: BREVATOME; 25, rue de Ponthieu, F-75008 Paris (FR).</p>		<p>(81) Etats désignés: JP, US, brevet européen (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).</p> <p><b>Publiée</b>  <i>Avec rapport de recherche internationale.</i></p>

**(54) Title:** METHOD FOR MAKING AN ELECTRON SOURCE WITH MICROTIPS

**(54) Titre: PROCEDE DE FABRICATION D'UNE SOURCE D'ELECTRONS A MICROPOINTES**



**(57) Abstract**

The invention concerns a method which consists in making a structure comprising a substrate (10), at least one cathode conductor (12), a first insulating layer (14), a grid layer (16) and a second insulating layer (71). It consists in forming holes through the insulating layers and the grid layer, in forming a deposit (80) of a material emitting electrons in the holes up to the upper level thereof, treating this deposit to minimise or prevent a chemical etching from the top thereof, eliminating the second insulating layer and carrying out a chemical etching of the material to obtain the microtips. The invention is useful for making flat screens.

**(57) Abrégé**

Selon ce procédé, on fabrique une structure comprenant un substrat (10), au moins un conducteur cathodique (12), une première couche isolante (14), une couche de grille (16) et une deuxième couche isolante (71). On forme des trous à travers les couches isolantes et la couche de grille, on forme un dépôt (80) d'un matériau émetteur d'électrons dans les trous jusqu'au niveau supérieur de ceux-ci, on traite ce dépôt pour minimiser ou empêcher une attaque chimique du matériau à partir du haut de celui-ci, on élimine la deuxième couche isolante et on réalise une attaque chimique du matériau pour obtenir les micropointes. Application à la fabrication d'écrans plats.

**UNIQUEMENT A TITRE D'INFORMATION**

Codes utilisés pour identifier les Etats parties au PCT, sur les pages de couverture des brochures publiant des demandes internationales en vertu du PCT.

AL	Albanie	ES	Espagne	LS	Lesotho	SI	Slovénie
AM	Arménie	FI	Finlande	LT	Lituanie	SK	Slovaquie
AT	Autriche	FR	France	LU	Luxembourg	SN	Sénégal
AU	Australie	GA	Gabon	LV	Lettonie	SZ	Swaziland
AZ	Azerbaïdjan	GB	Royaume-Uni	MC	Monaco	TD	Tchad
BA	Bosnie-Herzégovine	GE	Géorgie	MD	République de Moldova	TG	Togo
BB	Barbade	GH	Ghana	MG	Madagascar	TJ	Tadjikistan
BE	Belgique	GN	Guinée	MK	Ex-République yougoslave de Macédoine	TM	Turkménistan
BF	Burkina Faso	GR	Grèce	ML	Mali	TR	Turquie
BG	Bulgarie	HU	Hongrie	MN	Mongolie	TT	Trinité-et-Tobago
BJ	Bénin	IE	Irlande	MR	Mauritanie	UA	Ukraine
BR	Brésil	IL	Israël	MW	Malawi	UG	Ouganda
BY	Bélarus	IS	Islande	MX	Mexique	US	Etats-Unis d'Amérique
CA	Canada	IT	Italie	NE	Niger	UZ	Ouzbékistan
CF	République centrafricaine	JP	Japon	NL	Pays-Bas	VN	Viet Nam
CG	Congo	KE	Kenya	NO	Norvège	YU	Yougoslavie
CH	Suisse	KG	Kirghizistan	NZ	Nouvelle-Zélande	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	République populaire démocratique de Corée	PL	Pologne		
CM	Cameroun	KR	République de Corée	PT	Portugal		
CN	Chine	KZ	Kazakstan	RO	Roumanie		
CU	Cuba	LC	Sainte-Lucie	RU	Fédération de Russie		
CZ	République tchèque	LI	Liechtenstein	SD	Soudan		
DE	Allemagne	LK	Sri Lanka	SE	Suède		
DK	Danemark	LR	Libéria	SG	Singapour		
EE	Estonie						

PROCEDE DE FABRICATION D'UNE SOURCE D'ELECTRONS A  
MICROPOINTES

DESCRIPTION

5

Domaine technique

La présente invention concerne un procédé de  
fabrication d'une source d'électrons à micropointes  
10 (« microtips »).

Elle s'applique notamment à la fabrication de  
dispositifs de visualisation plats.

Lorsqu'une différence de potentiel est  
appliquée entre deux électrodes dont l'une est pointue,  
15 le champ électrique ainsi engendré peut facilement  
atteindre, à l'extrémité de cette électrode pointue,  
une valeur de l'ordre de  $10^7$  V/cm, valeur suffisante  
pour que des électrons soient extraits de cette  
électrode.

20 Un tel principe est utilisé pour réaliser des  
sources froides d'électrons, capables de remplacer les  
filaments chauffants émetteurs d'électrons, du fait que  
de telles sources froides ont une réponse plus rapide,  
une plus faible consommation électrique et sont  
25 susceptibles d'une plus grande miniaturisation que ces  
filaments chauffants.

L'une des applications les plus importantes  
de ces sources froides d'électrons, encore appelées  
« sources à micropointes », est la fabrication de tubes  
30 plats de télévision.

Etat de la technique antérieure

On rappelle le principe de ces tubes plats, ou écrans plats, en faisant référence aux figures 1 et 2.

La figure 1 est une vue en coupe schématique et partielle d'un tel écran plat et la figure 2 est une  
5 vue en perspective schématique et partielle de cet écran plat.

L'écran plat des figures 1 et 2 comprend une source d'électrons à micropointes 2 et un substrat en  
10 verre 4 qui est séparé de la source 2 par un espace de faible épaisseur dans lequel on a fait le vide.

Le substrat 4 porte, en regard de la source 2, une couche transparente, électriquement conductrice 6, par exemple en oxyde d'indium et d'étain, cette  
15 couche 6 portant elle-même des éléments cathodoluminescents 8, encore appelés « luminophores ».

La source à micropointes 2 comprend, sur un substrat électriquement isolant 10, par exemple en verre, un ensemble de conducteurs cathodiques  
20 parallèles 12 qui constituent les colonnes de l'écran.

Ces conducteurs cathodiques sont recouverts par une couche 14 d'un matériau électriquement isolant tel que la silice.

Un ensemble d'autres conducteurs électriques parallèles 15 est placé au-dessus de la couche isolante  
25 14 et ces autres conducteurs 15, ou grilles, sont perpendiculaires aux conducteurs cathodiques 12 pour constituer les lignes de l'écran.

Au niveau des intersections entre les conducteurs cathodiques et les grilles, des trous 18,  
30 19 sont formés à travers la couche isolante 14 et ces grilles 15 et des micropointes 20 faites d'un matériau émetteur d'électrons sont formées dans ces trous et reposent sur les conducteurs cathodiques 12.

Les luminophores 8 sont formés sur la couche conductrice transparente 6, en regard de ces intersections, comme on le voit sur la figure 2.

Les électrons sont extraits par application de tensions électriques appropriées entre les grilles et les micropointes, puis ces électrons sont accélérés grâce à des tensions électriques appropriées appliquées entre les grilles et la couche conductrice 6 constituant l'anode de l'écran.

Chaque luminophore 8 excité par des électrons émet de la lumière 24.

Un balayage de tension approprié sur les lignes et les colonnes de l'écran permet de former une image.

Seules les micropointes situées à l'intersection d'une ligne et d'une colonne alimentées en tension émettent des électrons pour former un élément d'image ou pixel.

Chaque pixel est en fait « excité » par plusieurs centaines de micropointes dont les dimensions sont de l'ordre de  $1\text{ }\mu\text{m}$ , généralement de  $1,5\text{ }\mu\text{m}$ , et qui sont espacées les unes des autres d'une distance de l'ordre de quelques micromètres, typiquement de  $5\text{ }\mu\text{m}$ .

Ces petites dimensions sont indispensables, pour, d'une part, ne pas avoir à utiliser des tensions trop élevées entre les grilles et les micropointes (tensions de l'ordre de 50 V) et, d'autre part, pour avoir une émission de courant suffisamment élevée par unité de surface (environ  $1\text{ mA/mm}^2$ ).

Un écran plat utilise ainsi typiquement de l'ordre de 10000 micropointes par millimètre carré sur des surfaces de plusieurs décimètres carrés.

Les écrans plats actuellement fabriqués ont des surfaces de l'ordre de  $5\text{ dm}^2$  et on envisage de

fabriquer des écrans plats dont les surfaces iraient jusqu'à environ 1 m<sup>2</sup>.

Cependant, il n'est pas facile d'obtenir des sources à micropointes ayant d'aussi grandes surfaces avec les procédés connus de fabrication des micropointes.

Le procédé le plus utilisé pour fabriquer ces micropointes est le procédé dit de Spindt (du nom de son inventeur).

On consultera à ce sujet par exemple le document suivant :

(1) C.A. Spindt, J. Appl. Phys., vol. 39, p. 3504, 1968.

On voit sur la figure 3, qui illustre schématiquement ce procédé, une structure comprenant le substrat isolant 10 sur lequel sont formés les conducteurs cathodiques 12, et la couche isolante 14 qui est formée sur ces conducteurs cathodiques et qui porte une couche de grille 16 électriquement conductrice.

Les grilles proprement dites sont obtenues à partir de cette couche de grille 16, après avoir formé les micropointes comme on va le voir.

Après avoir gravé par attaque chimique les trous 18 et 19 respectivement dans la couche isolante 14 et dans la couche de grille 16, une couche en nickel 16a est déposée sur la couche de grille 16 par évaporation sous vide et sous incidence rasante.

On obtient les micropointes 20 par évaporation d'un matériau émetteur d'électrons 26.

Une couche 28 de ce matériau se forme alors à la surface de la couche de grille 16a.

De ce fait, les trous 19 formés dans ces couches 16 et 16a diminuent progressivement au fur et à mesure que l'épaisseur de la couche 28 augmente.

5 l'évaporation étant très directive, le diamètre des dépôts de matériau 26 dans les trous 18 de la couche isolante 14 varie comme le diamètre des trous de la couche 16a et de la couche de grille 16, ce qui conduit à la forme en pointe des dépôts dans les trous 18, c'est-à-dire aux micropointes 20.

10 On élimine ensuite la couche 28 par dissolution sélective de la couche en nickel 16a, ce qui fait apparaître ces micropointes.

Le principal avantage de ce procédé connu est qu'il ne demande pas d'alignement précis de masques de  
15 microlithographie puisque ce sont les trous de la couche de grille qui définissent eux-mêmes les micropointes.

Il serait en effet quasiment irréalisable de graver d'abord les micropointes puis les trous de la  
20 couche de grille par des méthodes classiques de microlithographie, avec une précision d'alignement supérieure au micromètre sur de grandes surfaces.

Un autre procédé connu de fabrication des micropointes est décrit dans le document suivant :

25

(2) Oxidation-Sharpended Gated Field Emitter Array Process, N.E. McGruer et al;, IEEE Transactions On Electron Devices, (38) 1991 October, n° 10.

30

Cet autre procédé est schématiquement illustré par la figure 4.

On voit sur cette figure 4 un substrat en silicium 30.

On commence par oxyder superficiellement ce substrat puis des disques 32 sont formés à partir de la couche de silice qui résulte de cette oxydation.

Une gravure ionique réactive du substrat de silicium 30 permet alors la formation de piédestaux 34 en silicium, les disques 32 servant de masques.

On forme ensuite une couche de silice 36 sur le substrat 30 par évaporation de silice 38.

Il se forme alors une couche 40 de silice sur chaque disque 32.

Les piédestaux 34 sont ensuite oxydés thermiquement, ce qui conduit à la formation de micropointes 42 à partir de ces piédestaux.

On forme ensuite une couche de grille 44 par évaporation d'un matériau électriquement conducteur sur la couche de silice 36.

Au cours de cette évaporation, une couche 46 de ce matériau se forme également sur la couche 40 de silice associée à chaque disque 32.

On élimine ensuite la silice qui recouvre les micropointes 42 ainsi que les disques 32 et les couches 40 et 46 correspondantes.

L'inconvénient des procédés connus que l'on vient de décrire est qu'ils nécessitent des évaporations très directives.

En considérant par exemple le cas de la figure 3, l'angle d'incidence  $\theta$  d'un faisceau d'évaporation F varie en fonction de la position des trous 19 de la couche de grille 16, ce qui conduit au phénomène illustré sur la figure 5, c'est-à-dire à des micropointes dont les axes Y sont d'autant moins perpendiculaires à la surface du substrat 10 que l'angle d'incidence  $\theta$  est grand.

Il en résulte une variation de la forme des micropointes, variation qui induit une dispersion des



caractéristiques d'émission des électrons, et, à la limite, un court-circuit entre des micropointes et la couche de grille.

Pour résoudre ce problème, on peut songer à  
5 augmenter la distance L entre la source d'évaporation 48 (contenant le matériau 26) et la surface de la structure sur laquelle on évapore ce matériau 26, afin de maintenir l'angle  $\theta$  dans les limites acceptables.

Cependant ceci conduit à une augmentation  
10 trop importante de la taille des équipements de fabrication des micropointes ainsi qu'à une trop grande diminution de la vitesse de dépôt.

Un autre procédé connu de fabrication des micropointes est décrit dans les documents suivants :

15 FR 2723799 correspondant à EP 0697710A et à la demande de brevet américain numéro de série 08/512,827 accordée le 26 mars 1997.

20 Cet autre procédé est schématiquement illustré par les figures 6A et 6B.

On voit sur la figure 6A un substrat isolant  
10 sur lequel on dispose successivement une couche conductrice 12, une couche isolante 14 et une couche  
25 conductrice 16.

Des trous coaxiaux 19 (figure 6B) et 18 sont ensuite réalisés à travers les couches 16 et 14.

Puis la surface de la couche conductrice 16 est oxydée de façon à recouvrir cette couche  
30 conductrice 16 d'une couche isolante 50.

Chaque trou 18 est ensuite rempli, par électrolyse en utilisant un bain électrolytique 54, un bloc métallique 56 et une source de tension 58 appropriés, d'un dépôt métallique qui doit prendre la  
35 forme 60 indiquée sur la figure 6A.

Sur la figure 6B on voit que, après ce dépôt électrolytique, la couche 50 est éliminée par gravure puis, par électrolyse, en prenant la couche 12 comme anode et la couche 16 comme cathode et avec des conditions d'électrolyse appropriées, il y a dissolution du dépôt 60 (de manière sensiblement symétrique autour de l'axe Z du trou 18), dissolution telle qu'à la fin il ne reste qu'une micropointe 62.

Sur la figure 6B, les références 64 et 66 représentent respectivement un bain électrolytique et une source de tension appropriés pour la dissolution du dépôt 60.

La référence 68 représente un morceau du dépôt 60 qui se détache de la micropointe 62 et tombe dans le bain 64.

Le procédé représenté sur les figures 6A et 6B repose sur deux étapes qui sont difficiles à maîtriser pour les raisons suivantes.

Tout d'abord le dépôt électrolytique 60 doit avoir la forme indiquée.

En particulier, la partie du dépôt 60 qui se trouve au-dessus de la couche 50 ne doit pas recouvrir de façon importante cette couche 50 car, si le recouvrement est important, l'élimination postérieure de la couche 50 devient très difficile et l'attaque électrochimique suivante du dépôt 60 est rendue pratiquement impossible.

De plus, lors de la dissolution électrolytique du dépôt 60 pour former la micropointe 62, les conditions expérimentales sont extrêmement critiques pour éviter qu'il n'y ait un redépôt à l'intérieur du trou 19, ce qui entraîne une modification de la taille du trou dans la grille (couche 16) et, à la limite, un court-circuit entre cette grille 16 et la micropointe 62.

Exposé de l'invention

La présente invention a pour but de remédier  
5 à ces inconvénients.

Elle a pour objet un procédé de fabrication  
d'une source d'électrons à micropointes, procédé selon  
lequel :

- 10 - on fabrique une structure comprenant un substrat  
électriquement isolant, au moins un conducteur  
cathodique sur ce substrat, une première couche  
électriquement isolante qui recouvre chaque  
conducteur cathodique, une couche de grille  
15 électriquement conductrice qui recouvre cette  
première couche électriquement isolante et une  
deuxième couche électriquement isolante qui recouvre  
la couche de grille,
  - on forme des trous à travers cette deuxième couche  
électriquement isolante, la couche de grille et la  
20 première couche électriquement isolante, au niveau de  
chaque conducteur cathodique, et
  - on forme, dans chaque trou, une micropointe qui est  
faite d'un matériau métallique émetteur d'électrons  
et qui repose sur le conducteur cathodique  
25 correspondant à ce trou,
- ce procédé étant caractérisé en ce que la formation des  
micropointes comprend les étapes suivantes :
- on forme un dépôt du matériau métallique émetteur  
d'électrons au fond de chaque trou jusqu'à ce que ce  
30 matériau métallique arrive au niveau supérieur de ce  
trou,
  - on fait un traitement du dépôt du matériau  
métallique, ce traitement étant apte à minimiser ou  
empêcher une attaque chimique de ce dépôt du matériau

métallique à partir de la partie supérieure de celui-ci,

- on élimine la deuxième couche isolante, et
  - on réalise une attaque chimique du matériau
- 5    métallique déposé, de manière à obtenir les micropointes à partir de ce matériau métallique.

        Selon un premier mode de mise en oeuvre particulier du procédé objet de l'invention, le dépôt du matériau métallique émetteur d'électrons est un

10    dépôt électrolytique.

        Selon un deuxième mode de mise en oeuvre particulier, le dépôt du matériau métallique émetteur d'électrons est un dépôt chimique encore appelé « dépôt électroless ».

15    Le traitement du dépôt du matériau métallique peut comprendre la formation d'un autre dépôt, sur ce dépôt du matériau métallique, d'un matériau apte à résister à ladite attaque chimique.

        En variante, ce traitement peut comprendre la

20    formation d'un autre dépôt, sur le dépôt du matériau métallique, de ce même matériau métallique, cet autre dépôt recouvrant partiellement la deuxième couche isolante.

        Dans ce cas, cet autre dépôt peut avoir

25    sensiblement la forme d'un chapeau de champignon, la hauteur de ce chapeau étant au moins égale au diamètre des trous formés dans la deuxième couche isolante.

        Selon une autre variante, on peut donner à la deuxième couche isolante une surépaisseur telle que

30    l'épaisseur totale de cette deuxième couche isolante soit de l'ordre du double du diamètre des trous formés dans la deuxième couche isolante ou supérieure au double de ce diamètre, le traitement comprenant alors la formation d'un dépôt du matériau métallique jusqu'au

niveau supérieur de chaque trou formé dans la deuxième couche isolante.

Le matériau métallique peut être choisi dans le groupe comprenant le fer, le fer-nickel, le nickel,  
5 le chrome, le cuivre, l'or, l'argent et le cadmium.

#### Brève description des dessins

La présente invention sera mieux comprise à  
10 la lecture de la description d'exemples de réalisation donnés ci-après, à titre purement indicatif et nullement limitatif, en faisant référence aux dessins annexés sur lesquels :

- 15 • la figure 1, déjà décrite, est une vue en coupe schématique et partielle d'un écran plat,
- la figure 2, déjà décrite, est une vue schématique et partielle en perspective de cet écran plat,
- 20 • la figure 3, déjà décrite, illustre schématiquement un procédé connu de fabrication des micropointes d'une source d'électrons à micropointes,
- la figure 4, déjà décrite, illustre schématiquement un autre procédé connu de  
25 fabrication des micropointes d'une source d'électrons à micropointes,
- la figure 5, déjà décrite, illustre schématiquement des inconvénients de ces procédés connus,
- 30 • les figures 6A et 6B, déjà décrites, illustrent schématiquement des étapes d'un autre procédé connu de fabrication des micropointes d'une source d'électrons à micropointes,

- les figures 7 et 8 illustrent schématiquement deux étapes d'un mode de mise en oeuvre particulier du procédé objet de l'invention,
- 5       • les figures 9, 10 et 11 illustrent schématiquement trois traitements possibles d'un matériau métallique émetteur d'électrons, à partir duquel on veut former des micropointes,
- 10       • les figures 12, 13 et 14 illustrent schématiquement des étapes qui suivent respectivement les traitements illustrés par les figures 9, 10 et 11,
- 15       • les figures 15A à 15D illustrent schématiquement des étapes qui suivent l'étape illustrée par la figure 12,
- 20       • les figures 16A à 16D illustrent schématiquement des étapes qui suivent l'étape illustrée par la figure 13, et
- les figures 17A à 17D illustrent schématiquement des étapes qui suivent l'étape illustrée par la figure 14.

#### Exposé détaillé de modes de réalisation particuliers

25       Les figures 7 et 8 illustrent schématiquement deux étapes successives d'un mode de mise en oeuvre particulier du procédé objet de l'invention.

      Selon ce mode de mise en oeuvre particulier, on commence par former (figure 7) une structure 70 qui comprend :

- 30       - le substrat électriquement isolant 10 sur lequel sont formés les conducteurs cathodiques 12,
- la couche électriquement isolante 14 formée sur ces conducteurs cathodiques,
- la couche de grille 16 formée sur cette couche
- 35       électriquement isolante 14, et

- une autre couche électriquement isolante 71 formée sur la couche de grille 16 (étant entendu que, dans d'autres modes de mise en oeuvre particuliers, la structure pourrait ne comprendre qu'un seul

5 conducteur cathodique).

On voit également des trous sensiblement circulaires 18, 19 et 72 respectivement formés à travers la couche isolante 14, à travers la couche de grille 16 et à travers la couche isolante 71.

10 Les procédés permettant d'obtenir une telle structure sont connus dans l'état de la technique.

Les trous formés dans les couches 14 et 16 sont par exemple obtenus par photolithographie au moyen d'un masque de résine photosensible (« photoresist »).

15 A titre d'exemple, le substrat 10 est en verre, les conducteurs cathodiques sont en niobium ou sont constitués d'une bicouche niobium-nickel, la couche 14 est en silice et la couche de grille 16 est en niobium.

20 La couche isolante 71 peut être en silice ou être avantageusement constituée de la couche de résine photosensible (« photoresist ») qui a servi de masque pour faire les trous des couches 14 et 16.

On réalise ensuite un dépôt soit

25 électrochimique soit chimique d'un matériau métallique 80 au fond des trous 18 jusqu'à ce que ce matériau métallique arrive au niveau supérieur des trous 72, comme on le voit sur la figure 8.

Pour ce faire, on place la structure 70 dans

30 un bain électrolytique approprié 74 (contenant des ions du matériau métallique à déposer) et l'on place également dans ce bain électrolytique un bloc 76 de ce matériau métallique.

On applique ensuite une tension électrique appropriée, grâce à une source de tension 78, entre les conducteurs cathodiques 12 et ce bloc 76.

Pour l'électrolyse, les conducteurs cathodiques 12 servent de cathode et le bloc 76 sert d'anode.

Le matériau métallique déposé 80 peut, comme on l'a déjà mentionné, être du fer, du nickel ou du fer-nickel par exemple, et constitue le matériau émetteur d'électrons.

Si l'on choisit comme matériau métallique le fer-nickel, on peut le déposer à partir d'un bain dont la composition est la suivante :

15	NiCl <sub>2</sub> , 6H <sub>2</sub> O	50 g.l <sup>-1</sup>
	NiSO <sub>4</sub> , 6H <sub>2</sub> O	21 g.l <sup>-1</sup>
	FeSO <sub>4</sub>	2 g.l <sup>-1</sup>
	H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	25 g.l <sup>-1</sup>
	Saccharinate de Na	0,8 g.l <sup>-1</sup>

20

On peut utiliser les conditions de dépôt suivantes :

tension : 1 à 2V

densité de courant : 0,5 à 2 mA/cm<sup>2</sup>

25 température ambiante

pH : 2 à 3.

On voit que le dépôt de matériau métallique 80 a sensiblement la forme d'un cylindre de révolution, les trous 18, 19 et 72 ayant sensiblement le même diamètre.

30

Pour minimiser ou empêcher l'attaque chimique de la partie supérieure du matériau émetteur 80, plusieurs solutions peuvent être envisagées.

L'une d'elle consiste à former par électrolyse un autre dépôt métallique 81 sur le sommet

35



du dépôt de matériau métallique 80 précédent (figure 9), cet autre dépôt métallique 81 devant résister à l'attaque chimique du matériau émetteur d'électrons.

Par exemple le dépôt 81 peut être en or si le  
5 matériau émetteur est du Fe-Ni.

Une autre solution consiste à continuer le dépôt de matériau émetteur 80 (figure 10) de telle façon que celui-ci ait, au-dessus de la couche isolante 71, la forme d'un chapeau de champignon 80a dont la  
10 hauteur H est au moins égale au diamètre des trous 72.

Comme le montre la figure 11, on peut également, lors de l'élaboration de la structure 70, former une couche isolante 71 plus épaisse que celles qui sont utilisées pour la mise en oeuvre des procédés  
15 illustrés par les figures 9 et 10, l'épaisseur totale de la couche 71, dans le cas de la figure 11, étant de l'ordre du double du diamètre des trous 72 ou supérieure au double de ce diamètre, puis faire monter le dépôt du matériau émetteur 80 jusqu'au sommet des  
20 trous 72.

L'étape suivante consiste à graver la couche isolante 71 pour éliminer celle-ci.

Si l'on considère les trois variantes précédentes, schématiquement illustrées par les figures  
25 9 à 11, on va alors obtenir les trois structures schématiquement représentées sur les figures 12, 13 et 14 qui correspondent respectivement aux figures 9, 10 et 11.

Dans le cas de la figure 12, on voit que la  
30 structure obtenue comprend des colonnettes en matériau métallique 80 qui sortent chacune d'un trou et dont le sommet est protégé par un dépôt 81.

Dans le cas de la figure 13, on voit que la structure obtenue comprend des champignons en matériau  
35 métallique 80 sortant chacun d'un trou.

Dans le cas de la figure 14, on voit que la structure obtenue comprend des colonnettes en matériau métallique 80 qui sortent chacune d'un trou et dont la hauteur h au-dessus de la couche 16 est d'environ deux fois le diamètre du trou 19 ou supérieure au double de ce diamètre.

On fait alors une attaque chimique du matériau 80 émetteur d'électrons.

Dans le cas d'une colonnette dont le sommet est protégé par un dépôt 81 résistant à cete attaque chimique (figure 12), cette dernière ne peut se faire que latéralement et dans les trous 18 et 19 correspondants.

Le diamètre de la colonnette va diminuer progressivement en même temps que l'on va creuser dans ces trous 18 et 19 et la colonnette va prendre successivement les formes indiquées sur les figures 15A, 15B et 15C.

Il se forme généralement une micropointe 82 et l'on arrête la gravure lorsque le sommet de cette micropointe est au niveau de la couche de grille 16 comme le montre la figure 15D.

Il est à noter que le dépôt 81 tombe au cours de l'attaque chimique.

Dans le cas du champignon (figure 13), il va y avoir attaque chimique latérale du pied 80b de ce champignon et attaque du dépôt 80 dans les trous 18 et 19 correspondants.

De plus, il va y avoir dissolution du chapeau 80a du champignon mais, si celui-ci a une taille suffisante, une micropointe 82 sera formée avant que le chapeau ne soit complètement dissous.

Il n'y aura donc pas de perturbation lors de la formation des micropointes.

Ceci est schématiquement illustré par les figures 16A, 16B, 16C et 16D.

Dans le cas d'une colonnette dont la hauteur au-dessus de la couche de grille 16 est au moins égale à deux fois le diamètre du trou correspondant (figure 14), l'attaque chimique se fera latéralement et dans le trou comme dans les cas précédents mais aussi sur la partie supérieure de la colonnette.

C'est pourquoi celle-ci doit avoir une hauteur suffisante pour que la micropointe correspondante 82 soit formée avant que la gravure à partir de la partie supérieure de la colonnette ne l'atteigne.

Ceci est schématiquement illustré par les figures 17A, 17B, 17C et 17D.

Si le dépôt électrolytique du matériau métallique émetteur d'électrons est du fer-nickel, différentes solutions peuvent être utilisées pour l'attaque chimique de celui-ci, par exemple une solution dont la composition est la suivante :

- acide nitrique 25 %
- acide acétique 25 %
- eau 50 %.

D'une façon générale, l'élaboration des micropointes conformément au procédé objet de l'invention est réalisée par une attaque chimique de barreaux métalliques émetteurs d'électrons encastrés dans des trous.

Ceci nécessite, pour éviter la perturbation que pourrait apporter la gravure de la partie supérieure de chaque barreau, soit de modifier la face supérieure de ce barreau par un traitement empêchant l'attaque de cette partie (ce traitement consistant par exemple à faire un dépôt métallique approprié ou un traitement de surface tel qu'une

oxydation ou une nitruration par exemple) soit de donner à ce barreau une configuration permettant de repousser la face supérieure de celui-ci à une distance telle que, lors de l'attaque chimique, l'attaque de la  
5 cette face supérieure ne perturbe pas la formation de la micropointe correspondant à ce barreau.

L'intérêt du procédé objet de la présente invention est de permettre la fabrication de micropointes auto-alignées sur les trous de la couche  
10 de grille 16, au moyen d'une technique non directive, en milieu liquide isotrope.

Ce procédé objet de l'invention est donc indépendant de la surface de la structure où l'on veut former les micropointes.

15 Précisons que, après avoir formé les micropointes, on termine ensuite la formation de la source d'électrons à micropointes en réalisant de manière connue, à partir de la couche de grille 16, des grilles parallèles (non représentées) faisant un angle  
20 avec les conducteurs cathodiques (mais s'il n'y avait qu'un conducteur cathodique, on garderait la couche de grille telle quelle).

REVENDICATIONS

1. Procédé de fabrication d'une source d'électrons à micropointes, procédé selon lequel :

- 5 - on fabrique une structure comprenant un substrat électriquement isolant (10), au moins un conducteur cathodique (12) sur ce substrat, une première couche électriquement isolante (14) qui recouvre chaque conducteur cathodique, une couche de grille  
10 électriquement conductrice (16) qui recouvre cette première couche électriquement isolante et une deuxième couche électriquement isolante (71) qui recouvre la couche de grille,
  - on forme des trous (18, 19, 72) à travers cette  
15 deuxième couche électriquement isolante, la couche de grille et la première couche électriquement isolante, au niveau de chaque conducteur cathodique, et
  - on forme, dans chaque trou, une micropointe (82) qui  
20 est faite d'un matériau métallique émetteur d'électrons et qui repose sur le conducteur cathodique correspondant à ce trou,
- ce procédé étant caractérisé en ce que la formation des micropointes comprend les étapes suivantes :
- on forme un dépôt (80) du matériau métallique  
25 émetteur d'électrons au fond de chaque trou jusqu'à ce que ce matériau métallique arrive au niveau supérieur de ce trou,
  - on fait un traitement du dépôt du matériau  
30 métallique, ce traitement étant apte à minimiser ou empêcher une attaque chimique de ce dépôt du matériau métallique à partir de la partie supérieure de celui-ci,
  - on élimine la deuxième couche isolante (71), et

- on réalise une attaque chimique du matériau métallique déposé, de manière à obtenir les micropointes (82) à partir de ce matériau métallique.

5        2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel le dépôt du matériau métallique émetteur d'électrons est un dépôt électrolytique.

      3. Procédé selon la revendication 1, dans lequel le dépôt du matériau métallique émetteur d'électrons est un dépôt chimique.

10       4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel le traitement du dépôt du matériau métallique comprend la formation d'un autre dépôt (81), sur ce dépôt du matériau métallique, d'un matériau apte à résister à ladite attaque  
15 chimique.

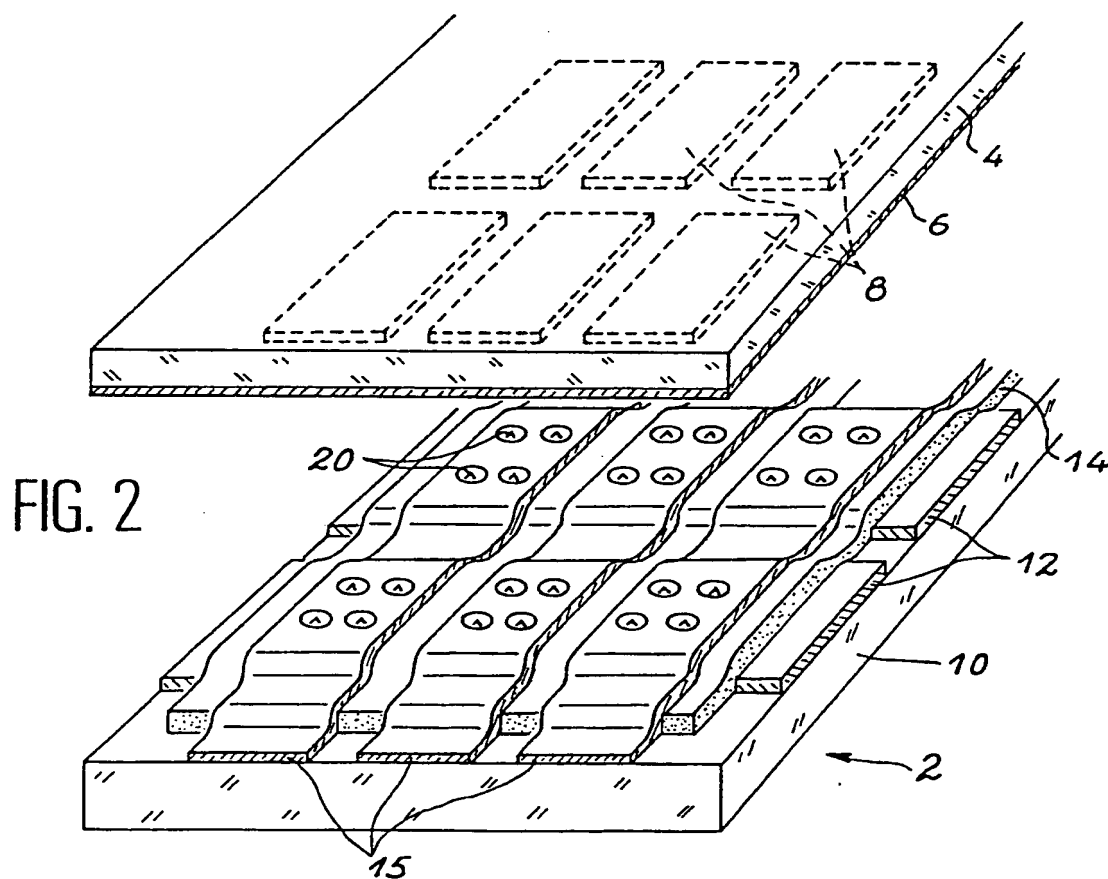
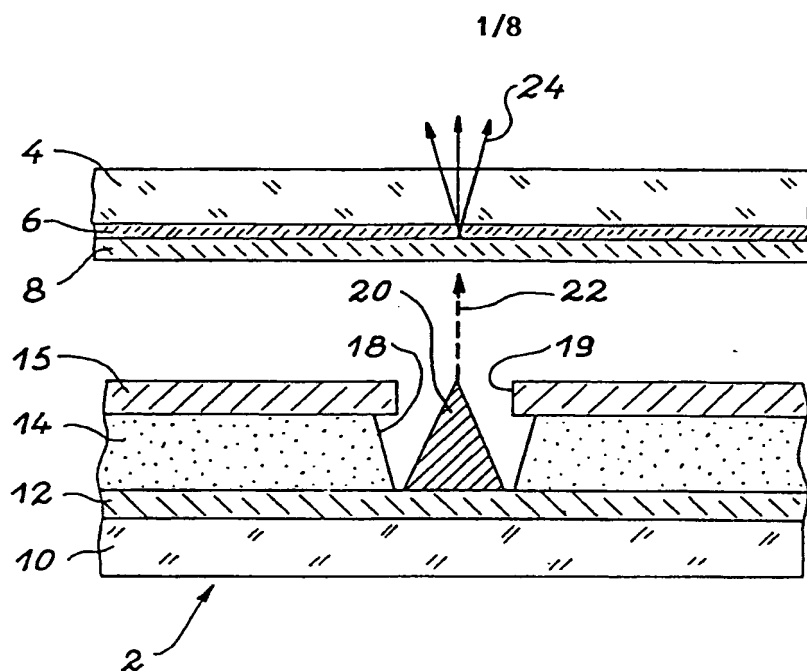
      5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel le traitement comprend la formation d'un autre dépôt, sur le dépôt du matériau métallique, de ce même matériau métallique, cet autre dépôt recouvrant partiellement la deuxième  
20 couche isolante (71).

      6. Procédé selon la revendication 5, dans lequel cet autre dépôt a sensiblement la forme d'un chapeau de champignon (80a), la hauteur (H) de ce  
25 chapeau étant au moins égale au diamètre des trous formés dans la deuxième couche isolante (71).

      7. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel on donne à la deuxième couche isolante (71) une surépaisseur telle  
30 que l'épaisseur totale de cette deuxième couche isolante soit de l'ordre du double du diamètre des trous formés dans la deuxième couche isolante ou supérieure au double de ce diamètre, le traitement comprenant alors la formation d'un dépôt du matériau

métallique jusqu'au niveau supérieur de chaque trou formé dans la deuxième couche isolante (71).

8. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, dans lequel le matériau  
5 métallique est choisi dans le groupe comprenant le fer, le nickel, le fer-nickel, le chrome, le cuivre, l'or, l'argent et le cadmium.





2/8

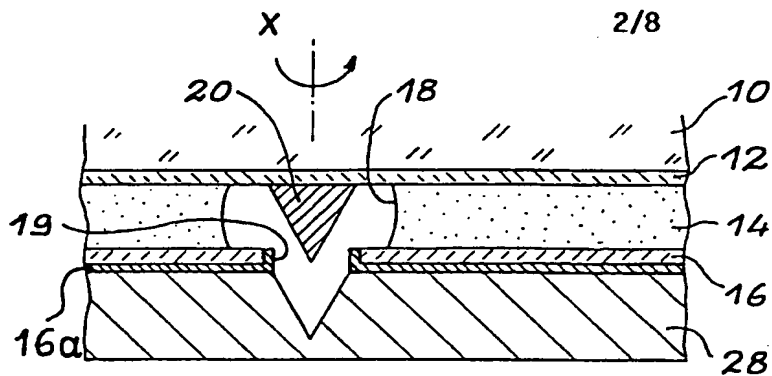


FIG. 3

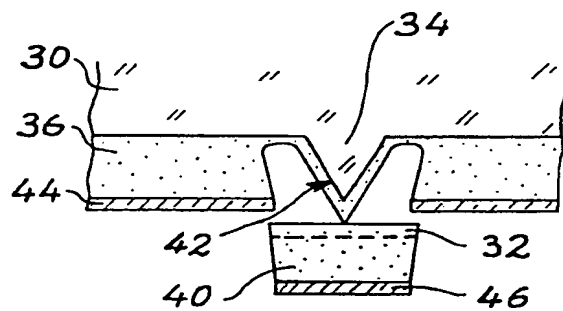
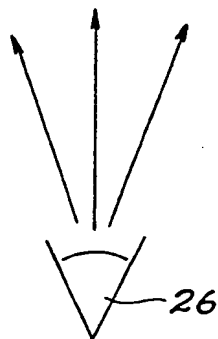


FIG. 4

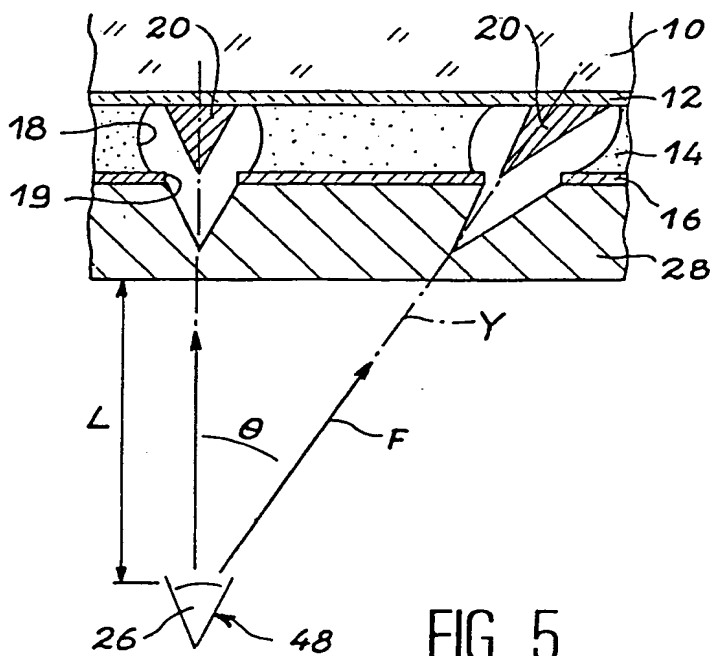
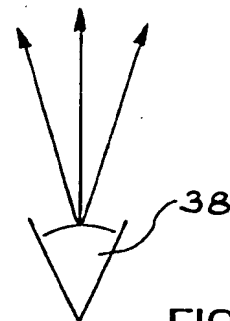
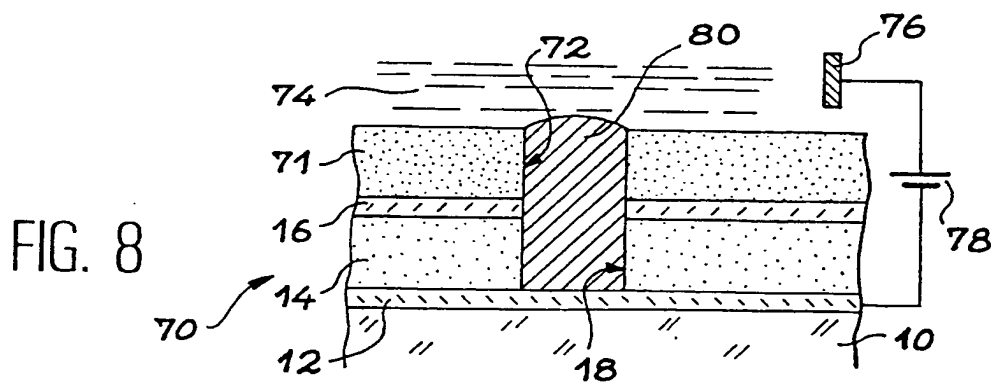
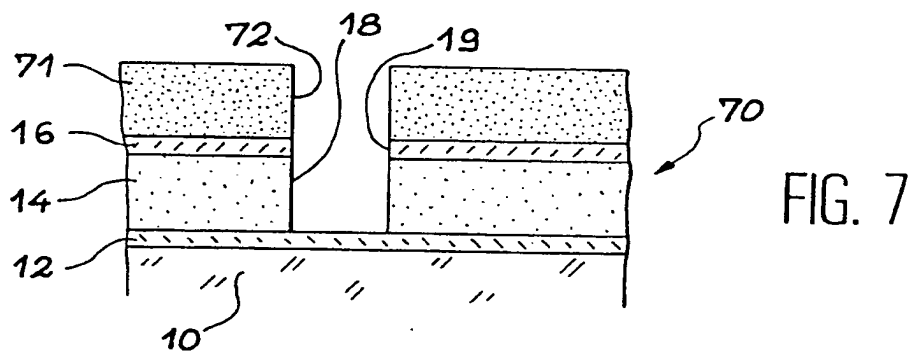
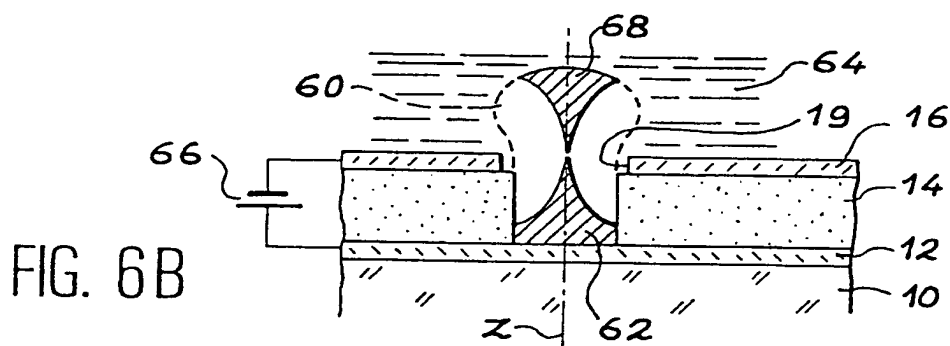
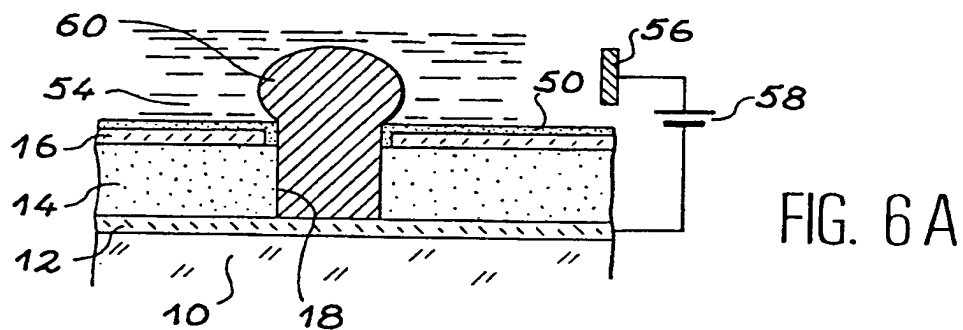


FIG. 5



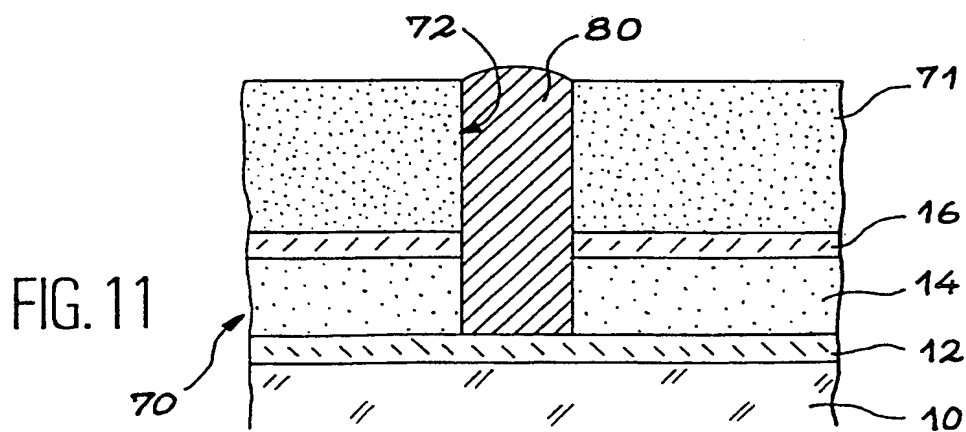
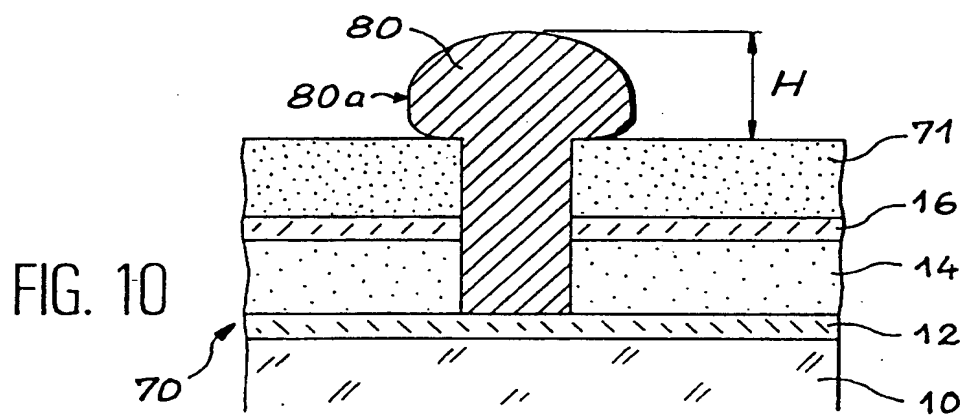
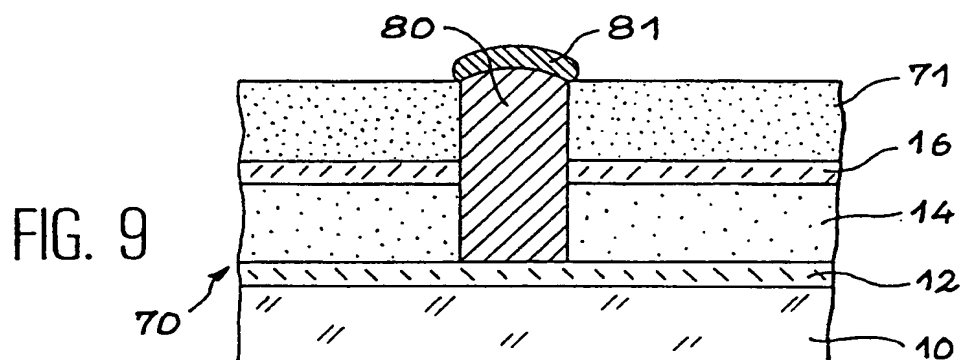


FIG. 12

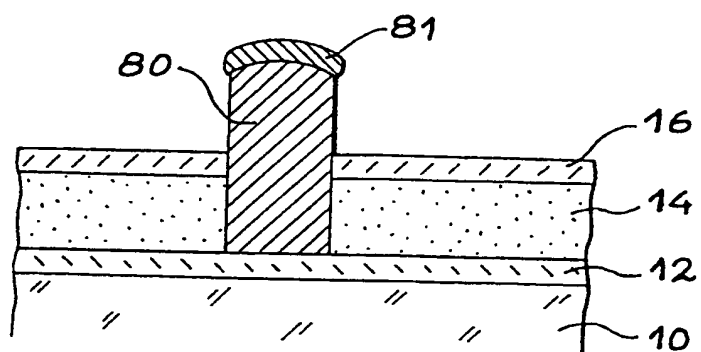


FIG. 13

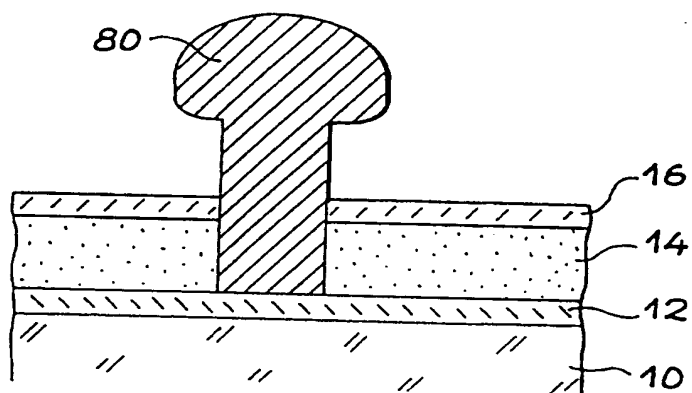
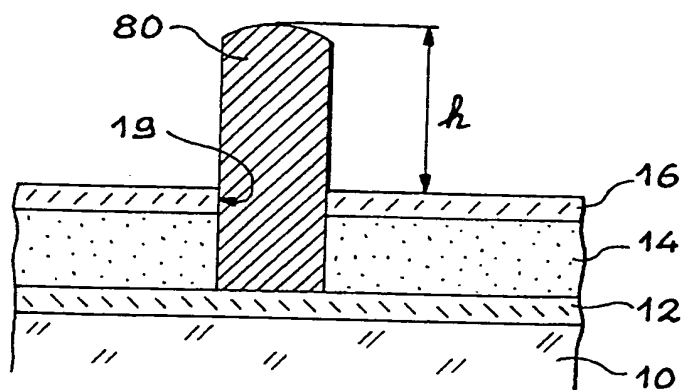


FIG. 14



6/8

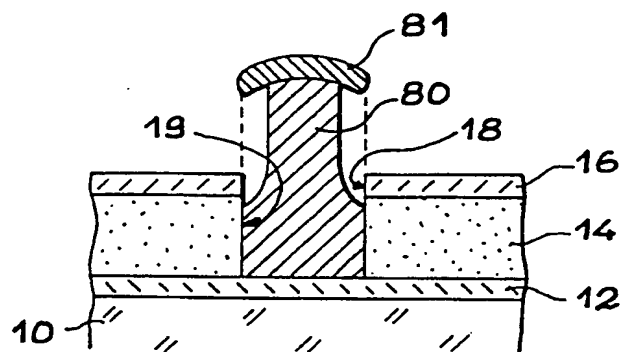


FIG. 15 A

FIG. 15 B

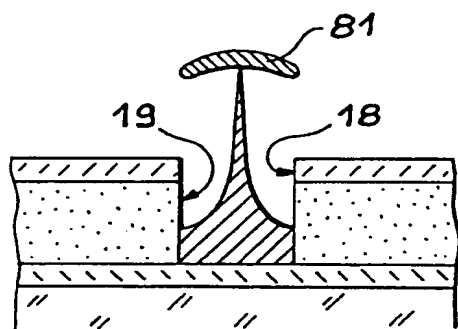
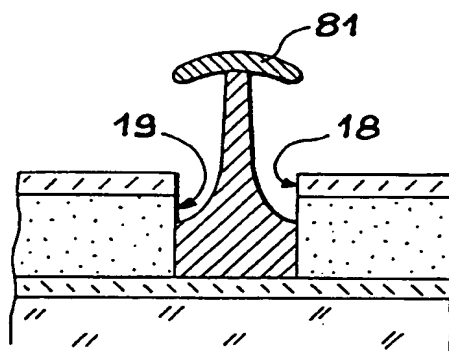
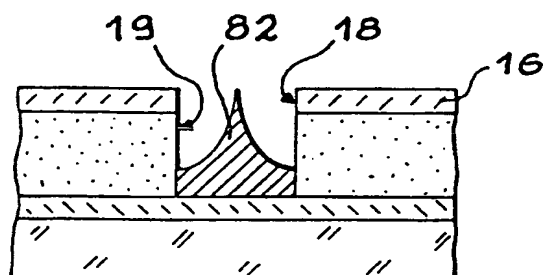


FIG. 15 C

FIG. 15 D



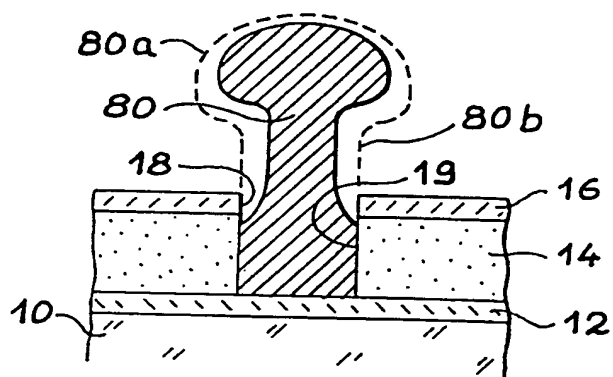


FIG. 16 A

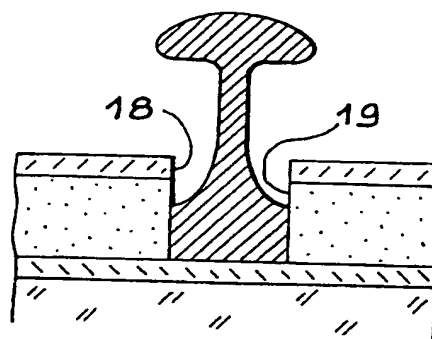


FIG. 16 B

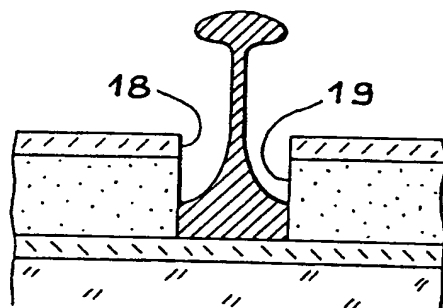


FIG. 16 C

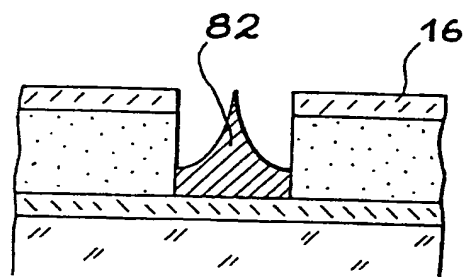


FIG. 16 D

8/8

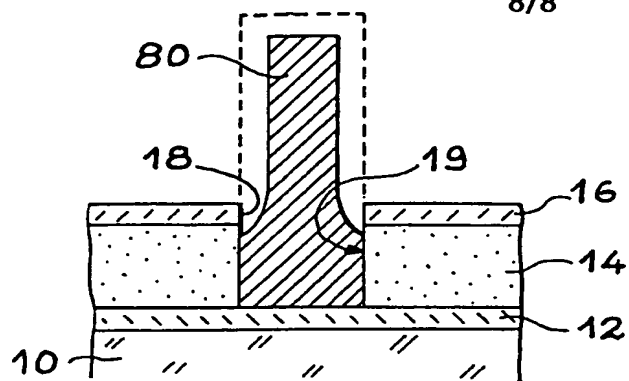


FIG. 17A

FIG. 17 B

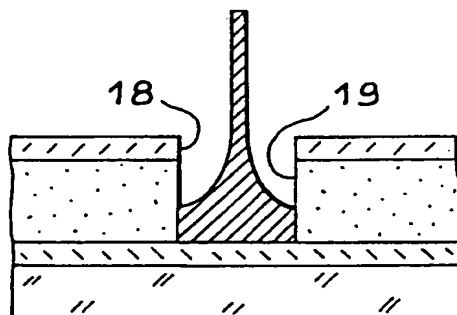
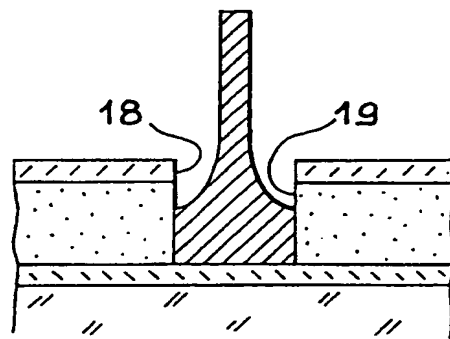
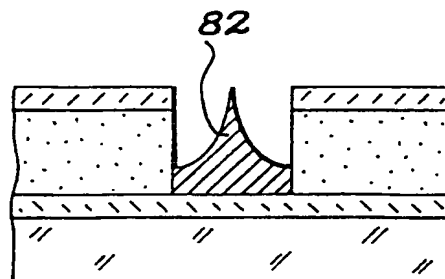


FIG. 17 C

FIG. 17 D



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/FR 98/02337

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 6 H01J9/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 6 H01J

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 697 710 A (COMMISSARIAT ENERGIE ATOMIQUE) 21 February 1996 cited in the application see page 4, line 53 - page 5, line 45; figure 6	1,2,5,8
X	WO 96 24152 A (SILICON VIDEO CORP) 8 August 1996 see page 14, line 2 - page 15, line 10; figures 18-20	1,2,5,6
A	US 5 277 638 A (LEE KANGOK) 11 January 1994 see column 3, line 6 - line 9; figure 2	1,4

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

11 December 1998

Date of mailing of the international search report

22/12/1998

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Noordman, F



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/FR 98/02337

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0697710 A	21-02-1996	FR 2723799 A	23-02-1996
		JP 8069749 A	12-03-1996
		US 5676818 A	14-10-1997
WO 9624152 A	08-08-1996	US 5578185 A	26-11-1996
		US 5801477 A	01-09-1998
		AU 4913496 A	21-08-1996
		EP 0807314 A	19-11-1997
		US 5665421 A	09-09-1997
US 5277638 A	11-01-1994	KR 9504516 B	01-05-1995
		DE 4242595 A	04-11-1993
		JP 2724084 B	09-03-1998
		JP 6124669 A	06-05-1994

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Der > Internationale No  
PCT/FR 98/02337

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE  
CIB 6 H01J9/02

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)  
CIB 6 H01J

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

## C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	EP 0 697 710 A (COMMISSARIAT ENERGIE ATOMIQUE) 21 février 1996 cité dans la demande voir page 4, ligne 53 - page 5, ligne 45; figure 6	1,2,5,8
X	WO 96 24152 A (SILICON VIDEO CORP) 8 août 1996 voir page 14, ligne 2 - page 15, ligne 10; figures 18-20	1,2,5,6
A	US 5 277 638 A (LEE KANGOK) 11 janvier 1994 voir colonne 3, ligne 6 - ligne 9; figure 2	1,4

☐ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

\* Catégories spéciales de documents cités:

- "A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

"&" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

11 décembre 1998

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

22/12/1998

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale  
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Noordman, F

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Den 3 Internationale No

PCT/FR 98/02337

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 0697710 A	21-02-1996	FR 2723799 A	23-02-1996
		JP 8069749 A	12-03-1996
		US 5676818 A	14-10-1997
WO 9624152 A	08-08-1996	US 5578185 A	26-11-1996
		US 5801477 A	01-09-1998
		AU 4913496 A	21-08-1996
		EP 0807314 A	19-11-1997
		US 5665421 A	09-09-1997
US 5277638 A	11-01-1994	KR 9504516 B	01-05-1995
		DE 4242595 A	04-11-1993
		JP 2724084 B	09-03-1998
		JP 6124669 A	06-05-1994

**THIS PAGE BLANK (USPT**